

А.А. Бобраков, С.А. Куліш, Я.Є. Вакулук

Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна

## "ОЗЕЛЕНЕННЯ" ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Стаття присвячена ефективності зелених конструкцій для поліпшення екологічної ситуації, енергоефективності та безпеки життєдіяльності людини. Визначення основних напрямків наукових досліджень зелених конструкцій для підвищення ефективності їхнього використання. У статті описані нові технології для створення зеленого фасаду, запропонований метод її встановлення. Ця технологія поліпшує комфортне проживання в будинках, захищає його від холоду та шуму.

**Ключові слова:** енергоефективність, зелений фасад, гідропоніка, аеропоніка.

### Постановка проблеми

Однією з сучасних тенденцій житлового будівництва є розробка і конструювання будівель, в яких комфорт планувальних рішень поєднувався би з екологічністю і енергоефективністю.

Практично половина споживання енергії в розвинених країнах припадає на житлові будинки. Тому одним з основних методів ресурсозбереження стає поліпшення енергоефективності будівель. Інноваційним напрямком в будівництві є створення так званих енергоефективних будинків.

Зелені насадження виконують найрізноманітніші функції в залежності від свого призначення. Вони впливають на іонізацію повітря, тому що володіють більшою випаровуючою здатністю, їх можна використовувати для очищення міського середовища від пилу та газу, організують мікроклімат і зближують людину до оптимальних умов оточуючого середовища. Озеленення грає важливу архітектурну та композиційну роль. Поряд з виразністю забудови і пластикою малих архітектурних форм, природні умови оказують важливий вплив на суспільне естетичне сприйняття. З підтримкою озеленення можна помітно збагатити вигляд міста.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Енергозбереження та енергоефективність будівель та споруд розглядаються в роботах таких вчених: першим, хто запропонував науковий підхід до створення стін із живих рослин, був професор з США Стенлі Харт Вайт, він запатентував вертикальну фітостіну, концептуалізовану як «новий тип саду для рішення проблем сучасного ландшафтно-паркового дизайну»[1].

Вклад у вирішення розглядуваної області озеленення внесли: Слесарев П.В. [2], Брикова Н.А.

[3], технологію вертикального огляду детально описали: Хуснутдінова А.І., Олександрова О.П., Новик А.Н. [4].

### Формулювання мети статті

Основне завдання сучасних прийомів проектування полягає в підвищенні енергетичної ефективності будівель та споруд. Під енергетичною ефективністю будівлі розуміють загальну енергоефективність, виражену одним або декількома чисельними показниками, які враховують:

- кліматичні параметри;
- відповідну теплоізоляцію будівлі;
- технічні характеристики і обладнання, внутрішні тепловиділення і мікроклімат, що впливають на потребу в енергії.

У найближчому майбутньому практично всі будівлі, за стандартами, повинні будуть відповідати тим чи іншим нормам енергоефективності.

### Виклад основного матеріалу

Одним із прийомів, що сприяє підвищенню енергоефективності та екологічності будівель і споруд є "озеленення"[5]. Прийоми "озеленення" будівель і споруд характеризуються тим, що в структурі будівель використовуються живі рослини. В основному, використання зелених насаджень пов'язано з затінюванням будівель зовні та поліпшенням якості повітря всередині приміщень. У сучасних проектах рослини застосовуються також, як елемент теплоізоляції зовнішніх стін, і для зниження температури усередині будівель"[6]. Архітекторами, які активно користуються такими прийомами, є: BRT Architekten, Stefan Behnisch, Ken Yeang, Norman Foster.

Вертикальне озеленення – це система озеленення фасадів рослин у вертикальній

плоскості. Вертикальне озеленення застосовується для декоративного ефекту на ділянках і захисту будівлі, площі відпочинку, дитячих майданчиків від шуму, вітру, пилу та перегріву. Напрямок в ландшафтному дизайні, який використовується для озеленення фасадів і стін, будівель і споруд, може бути як зовні, так і всередині приміщень. Простіше кажучи, для дизайну екстер'єру[7].

З нинішнім розвитком процесу урбанізації природне середовище в містах дуже сильно змінюється, а рослини в місті сприяють підвищенню комфортності, поліпшення якості міського середовища. Тому зараз використання рослин у вертикальному озелененні, використання натуральних матеріалів, сприятливо впливають на людину. Життя городянина стає екологічним та комфортним. Актуальним стає зв'язок з природою та живі кольори. Вертикальне озеленення створює відчуття захищеності.

Конструкції для вертикального озеленення бувають декількох типів:

- 1) кучеряве (обвивають в процесі росту опору);
- 2) що лазять (фіксуються особливими корінцями або виростами у вигляді присосок)
- 3) які чіпляються (володіють крутяться вусиками)
- 4) які туляться (необхідна обов'язкова фіксація).

Для різних типів потрібно підбирати свою відповідну опору. До них можна віднести ліхтарі, альтанки, арки, шпалери, стовпи та інше.

Технологія зведення. Спеціально розроблена система озеленення фасадів може бути змонтована практично на будь-якій вертикальній поверхні[8]. Основний спосіб функціонування вертикального саду заснований на досягненнях гідропоніки (від грец. *Hydor* - вода і *rópos* - робота) – технологія вирощування рослин без ґрунту на водних поживних розчинах (рис. 1).

Перевагами вертикального озеленення фасаду є поліпшення навколишнього середовища в міських районах, а також він стає ключовим фактором дизайну в сучасних будівельних технологіях. Вертикальне озеленення конструкцій сприяє поліпшенню теплової поведінки будівель, збільшення біологічного різноманіття, естетичним і соціальним аспектам, а також посилення звукоізоляції, захист від вітру, сонця та скорочення забруднюючих повітря речовин, таких як дрібний пил, вуглекислий газ і т. д.

До недоліків можна віднести нестачу вологи, яку рослини часто відчують влітку, потрібно використовувати систему крапельного поливу, а так само спеціальний гідрогель, який накопичує вологу всередині ємності. Ці способи хоч і є дуже зручними, але вимагають великих витрат, ніж звичайний полив. Рослини дуже сильно підвищують вологість повітря, що може привести до вогкості стін і руйнування фасаду. Кучеряві рослини здатні проникати в тріщини на фасаді і пошкоджувати його.



Рис.1. Схема озеленення фасаду

Щодо особливостей використання різновидів рослин, ріст рослин по стіні можна поділити на 2 категорії:

- це в'юнкі рослини, які ростуть вгору по стіні, а коренева система знаходиться в землі біля основи стіни.

- рослини в модульних панелях (на самій стіні), які складаються з контейнерів з нержавіючої сталі, геотекстилю, іригаційної системи, живильного середовища[9].

До фасаду будівлі монтується металева рама з тонким настилом полімерної повсті з капілярною структурою, по якій тече вода з розчиненими

добривами. Саме в нього висаджуються насіння та саджанці рослин. Правильно виміряні кріплення з відповідним анкеруванням гарантують довготривалу фіксацію зеленого орнаменту на фасаді (рис. 2).

Одне з найважливіших переваг цього способу озеленення будівель – відсутність традиційних для сучасних висячих садів будь-яких лотків і горщиків із землею, які кріпляться вгорі на стінах. Весь вертикальний сад і його вага зводиться до мінімуму. Товщина «зеленої» стіни не перевищує декількох сантиметрів, а її квадратний метр важить не більше 35 кг[10].

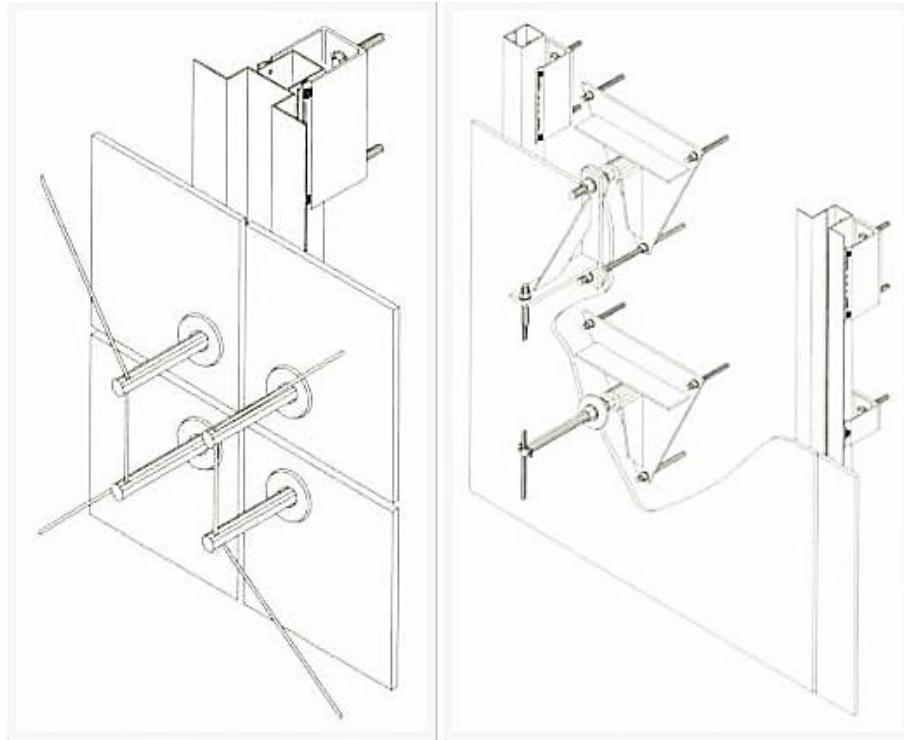


Рис. 2. Принцип фіксації кріплення для рослин при установці системи навісних фасадів з повітряним зазором

Підбираючи асортимент рослин для озеленення, необхідно враховувати 2 основні чинники: кліматичні умови і зовнішній вигляд. Так для екстер'єру можуть бути використані невибагливі багаторічні рослини, і однорічники, які дозволяють малювати на стінах справжні різнокольорові гобелени[11].

Для екстер'єрного (вуличного) оформлення і вертикального озеленення застосовують такі види пристроїв: шпалери, квіткарки, вазони та каркаси.

Шпалера – легкі дерев'яні або металеві конструкції у вигляді решітки для озеленення кучерявими або спираються рослинами, використовуються для організації куточків тихого відпочинку, укриття від сонця, огорожі майданчиків, технічних пристроїв і споруд.

Квітники, вазони – невеликі ємності з рослинним ґрунтом, в які висаджуються квіткові рослини.

Каркас – може бути виконаний кількома способами, наприклад:

- а) Каркас у вигляді сітки;
- б) Каркас у вигляді вбудованого стелажа;
- в) Каркас вигляді портативного або стаціонарного стелажа з направляючими.

Для вуличного озеленення можна використовувати:

- однорічні;
- багаторічні рослини;
- пряні трави;
- городній культури [12].

Прагнення до екологічності, натуральні матеріали задають тон у всьому, в Європі озеленюють великі простори і цілі стіни будівель.

Так наприклад культурний центр CaixaForum у Мадриді (рис. 3), та Вертикальний ліс у Мелані, Париж (рис. 4).



Рис. 3. Культурний центр Caixa Forum у Мадриді



Рис. 4. Вертикальний ліс у Мелані, Париж

### Висновки

Озеленення фасадів житлових будинків – відмінний спосіб благоустрою території, районів, будинків, а також поліпшення екологічної обстановки міста, це не стільки модне віяння, а й по-справжньому виправданий проект. Міністерство регіонального розвитку будівництва і житлово-комунального господарства України вже розглядає можливість внесення змін до ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів», з ціллю обов'язкового проведення заходів по озелененню вулиць та доріг при їх новому будівництві, реконструкції чи капремонті. Тож вертикальне озеленення, що використовує великий арсенал рослин, це і дерева, і чагарники, може стати гарним способом вирішення цієї проблеми, збагачуючи і доповнюючи архітектурний вигляд будівель і їх комплексів, роблячи його більш виразним. Швидкість зростання, різноманіття форм і забарвлень квітів, листя плодів і здібностей витких рослин легко піддаються формуванню, відкриваючи необмежені можливості використання їх для

благоустрою. Фасад надає індивідуальність окремим будівлям і цілим районам.

Зелений фасад – надає нового значення і цінність поняттю «ландшафт фасаду». Природа повертається в житлове, рекреаційне, виробниче середовище і стає «зеленим елементом» цього середовища.

### Література

1. Патенти США [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://patft.uspto.gov>
2. Слесарев, П.В. Вертикальное озеленение городской застройки и сооружений [Текст] / П.В. Слесарев
3. Брикова, Н.А. Проблема вертикального озеленения в исторической застройке города [Текст] / Н.А. Брикова // Строительство и архитектура - 2015, Ростов-на-Дону, с.81 -83.
4. Хуснутдінова, А.І. Технологія вертикального озеленення [Текст] / А.І. Хуснутдінова, О.П. Олександрова, А.Н. Новик // Будівництво унікальних будинків і споруд. 2016. №12 (51). С. 20-32.
5. Карп, И.Н. Энергосбережение в Украине: проблемы и пути решения [Текст] / И. Н. Карп // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2004. – № 4, С. 3–13.
6. Green Facades and Wall Greening [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.fassadengruen.de/en/greening-in-different-regions.htm>
7. SemperGreenwall [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.sempergreen.com/en/solutions/living-wall/products/sempergreenwall-outdoor>
8. Благоустройство и озеленение [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://budroof.com.ua/krovlya/krovlyaryad2/zelenye-krovli>
9. Urban green – blue grids [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-facades/>
10. Green Facades & Planter Boxes [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://fytogreen.com.au/green-facades-planter-boxes/>
11. Growing green guide [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.growinggreenguide.org/technical-guide/introduction-to-roofs-walls-and-facades/green-facade-definition/>
12. Green facade with climbing plants [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.urbangreenup.eu/solutions/green-facade-with-climbing-plants.kl>

### References

1. US Patent (n.d.) Retrieved from <http://patft.uspto.gov>
2. Slesarev, P.V. (n.d.) Vertical landscaping of urban settings and structures.
3. Briкова, N.A. (2015) The problem of vertical gardening in the historical buildings of the city. *Construction and Architecture*, Rostov-on-Don.,81 -83.
4. Khusnutdinova, A.I., Oleksandrova, O.P., Novik, A.N. (2016) Technology of vertical greening. *Budivnitsvo unikalnykh budinkiv i sporud*, 12 (51), 20-32.



5. Karp, I.N. (2004) Energy conservation in Ukraine: problems and solutions. *Energy technologies and resource conservation*, 4, 3–13.
6. Green Facades and Wall Greening (n.d.) Retrieved from <https://www.fassadengruen.de/en/greening-in-different-regions.htm>
7. SemperGreenwall (n.d.) Retrieved from <https://www.sempergreen.com/en/solutions/living-wall/products/sempergreenwall-outdoor>
8. Improvement and gardening (n.d.) Retrieved from <http://budroof.com.ua/krovlya/krovlya-ryad2/zelenye-krovli>
9. Urban green - blue grids (n.d.) Retrieved from <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-facades/>
10. Green Facades & Planter Boxes (n.d.) Retrieved from <http://fytogreen.com.au/green-facades-planter-boxes/>
11. Growing green guide (n.d.) Retrieved from <https://www.growinggreenguide.org/technical-guide/introduction-to-roofs-walls-and-facades/green-facade-definition/>
12. Green facade with climbing plants (n.d.) Retrieved from <https://www.urbangreenup.eu/solutions/green-facade-with-climbing-plants.kl>

**Рецензент:** д.т.н., професор, В.І. Доненко, Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна

**Автор:** БОБРАКОВ Анатолій Анатолійович  
к.т.н., доцент  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
E-mail - [bud.zntu@gmail.com](mailto:bud.zntu@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7915-2642>

**Автор:** КУЛІШ Сергій Олександрович  
аспірант  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
E-mail - [bud.zntu@gmail.com](mailto:bud.zntu@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3333-2442>

**Автор:** ВАКУЛЮК Яна Євгенівна  
магістрант  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
E-mail - [yana.vakyluk97@gmail.com](mailto:yana.vakyluk97@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2746-1697>

## "GREENING" ADVENTURES FOR DESIGN OF ENERGY EFFICIENT BUILDING SYSTEMS AND STRUCTURES

A. Bobrakov, S. Kulish, J. Vakuluk

Zaporizhzhia Polytechnic National University, Zaporizhzhia, Ukraine

*Today, energy efficiency of the facades is achieved not only by the use of building and finishing materials, but also through landscaping.*

*In most energy efficiency studies, green facades only consider their building components. However, if the leading green facades designers investigate the thermal insulation properties of green front constructions, the research is mainly commercial in nature, aimed at advertising and increasing demand for services and materials from a particular firm and manufacturer.*

*The purpose of the work is to determine the increase in the efficiency of green constructions to improve the environmental situation, energy efficiency and safety of human life. Determination of the main directions of scientific research of green constructions in order to increase the efficiency of their use. Get acquainted with different types of landscaping. Perform a systematic analysis of the advantages and disadvantages of using a green facade.*

*Vertical gardens are another way of seeing gardens and of implanting them in unexpected locations within the cities. The plants grow with or without substrate for root growth, i.e., in hydroponic systems or are cultivated soilless. Unlike horticultural crops such systems consist of many species with different requirements and are subject to complex environmental conditions.*

*The system approaches of the analysis of innovative technologies for creation of a facade, which include economic, ecological and engineering aspects of construction and operation. The method of setting the green facade is proposed. A systematic analysis of the advantages and disadvantages of using a green facade in the concept of the development of modern cities is carried out.*

**Keywords:** energy efficiency, green facade, hydroponics, aerodynamics.